

I. 大学を中心とした取り組み

7. 宇宙行動科学の社会的意義と可能性： 有人宇宙開発と社会のよりよい関係のために

立花幸司¹・立花正一²・井上夏彦³**要旨：**

本論文では、我が国の有人宇宙開発の社会的意義を宇宙行動科学の応用可能性という観点から考察する。まず、我が国の有人宇宙開発を取り巻く状況を識者の言説と宇宙基本計画の観点から概観し、有人宇宙開発の費用対効果という問題を析出する（第1節）。次に、有人宇宙開発には欠かせない宇宙飛行士の活動を支えてきた重要な分野である行動科学（ここでは「宇宙行動科学（Space Behavioral Science）」という用語を当てはめてみた）の研究を隔離閉鎖環境におけるストレス研究の観点から概観する（第2節）。そして、そうした宇宙行動科学研究の知見が地上の隔離閉鎖環境に応用された事例を確認し（第3節）、そこからさらに応用が見込まれる場面や状況を検討し提示することにより、その社会的意義を示す（第4節）。最後に、このように示された有人宇宙開発の社会的意義は、我が国にとって倫理的な貢献を果たすものであり、これは、我が国の宇宙開発政策の観点からも事柄そのものからしても重要なものであることを明らかにする（第5節）。

1 日本の有人宇宙開発：言説と計画

宇宙開発の歴史を振り返ると、冷戦期にソ連（ロシア）と米国のあいだで繰り広げられた「競争」が果たした役割の大きさに気づかされる（たとえば、的川 2000、富田 2012、佐藤 2007; 2014、柳川 2015 を参照）。この宇宙開発「競争」は、無人と有人という二つの分野をいわば「種目」とした競争であった。人工衛星の打ち上げ（1957年、スプートニク1号、ソ連）や月面への到達、月面の裏側の撮影（1959年、ルナ2号、ルナ3号）といった無人分野での宇宙開発競争、そしてガガーリン少佐による有人宇宙飛行（1961年、ボストーク1号、ソ連）やアームストロングとオルドリンによる月面着陸（1969年、アポロ11号、米国）といった有人分野での宇宙開発競争である。1970年代以降、無人宇宙開発競争は金星や火星などのより遠くの惑星の探査へと焦点を移し、有人宇宙開発競争は宇宙空間での長期滞在化へと焦点を移していった。ソ連による

¹ 熊本大学文学部准教授／ジョージタウン大学メディカルセンター国際連携研究員／東京大学大学院医学系研究科医療倫理学分野業務協力者

² 防衛医科大学校防衛医学研究センター異常環境衛生研究部門教授

³ 宇宙航空開発研究機構有人宇宙技術部門宇宙飛行士運用技術ユニット宇宙医学生物学研究グループ主任開発員

二つの宇宙船のドッキング実験の成功(1971年)をきっかけに、宇宙ステーション「ミール」(1986～2001年、ソ連・ロシア)の運用が行われ、ロシア人宇宙飛行士が宇宙長期滞在記録を次々と更新した。しかし、冷戦終結後の1990年代以降は、米ソによる「競争」の様子は影を潜め、現在では各国のあいだで協力体制が進んでいる。たとえば、無人宇宙開発分野では米国とヨーロッパ諸国による土星探査機カッシーニの子機が土星の衛星タイタンへの到着を成功させ(2005年、NASA/ESA)、有人宇宙開発分野では、サッカーグラウンドほどの広さをもつ国際宇宙ステーション(ISS; International Space Station)が米国、ロシア、日本、カナダ、ヨーロッパ諸国からなる計15カ国の協力体制のもとで運用されている。宇宙開発を考える際には、現在でもなお「無人」と「有人」という二つの分野の観点が有効といえる。

我が国の宇宙開発政策もまた「無人」と「有人」の観点から捉えることができる。最近では小惑星探査機「はやぶさ」が小惑星「イトカワ」から微粒子を持ち帰ったこと(2010年、JAXA)が国内で話題となったりしたが、有人宇宙開発に対しては否定的な意見もある。たとえば、立花隆は日本人宇宙飛行士たちとのシンポジウムでの講演を元に「有人宇宙開発無用論」と題した論考を著し、そのなかで有人宇宙開発に反対する二つの理由を挙げている(立花隆2012)。一つめは、日本人は、有人宇宙開発に伴う人の死のリスクに耐えられないという理由である。そして、もしチャレンジャー号やコロンビア号の事故のようなことがあれば、JAXAの有人宇宙開発は国民の支持を得られなくなり頓挫するだろうと論じている。もう一つの理由は、有人宇宙開発はお金がかかりすぎるという理由である。そして、お金があれば取り組みたい無人分野の宇宙開発はいろいろあるのに、有人宇宙開発はお金がかかるわりには、日本の社会にどのように役に立っているのかわからないと論じている。

これに対しては反論も提出されている。第一の論点(死のリスク)について、中野ら(2015)は、ヨットでの単独太平洋横断を成功させた海洋冒険家の堀江謙一やエベレスト登頂後に行方不明となった登山家の植村直己の例、これまでに三名の死者を出している南極観測隊の活動などを挙げながら、我が国の人々は人や国家による危険な偉業への挑戦を受け入れてきたし、褒め称えてきたという歴史があると報告している。また、日本の宇宙開発に関する意識調査でも、「宇宙飛行士の死亡事故が起きた場合、有人宇宙開発を再開するまでにどのぐらいの期間が必要だと思いますか」という問いに対する選択式の回答では、「事故が起きても中断することなく有人宇宙開発を続ける」が11.7%、「事故原因が明らかになり次第、すぐに再開する」が74.7%となっており、継続を支持するこうした意見は、「宇宙飛行は危険なので、有人宇宙開発は中止すべきである」の13.6%を大きく上回っているという調査結果もある(太郎丸編2015)。こうした事例や意識調査の結果を考慮に入れば、必ずしも立花隆の洞察のとおりではない面もあり、生命のリスクが我が国の有人宇宙開発にどの程度の影響を与えるのかについては、さらなる検討を要するだろう。

それでは、第二の論点(費用対効果)についてはどうだろうか。立花隆(2012)の元となったシンポジウムでは、一緒に登壇した宇宙飛行士たちから反論が寄せられたという。立花隆自身のまとめによれば、「宇宙は本質的に費用対効果ではかされるものではない」(秋山)、「子どもたちに

夢を与えられるような、あるいは知見を広められるようなことには、金を... [中略] ...惜しむべきではない」(野口)、「宇宙がもたらしてくれる一番大きな恩恵は、物質的なものではない... [中略] ...“material spin off (物質的な副産物)”より“spiritual spin off (精神的な副産物)”が大切だ」(向井)といった反論である。しかし、有人宇宙開発が「人類の夢」であり「精神的な副産物」をもたらすものであるから、費用対効果によって評価されるべきものではないという主張は、どれほど説得力を持つのだろうか。たしかに、有人宇宙開発が人々の「夢」であるという考え方は、2008年に制定された宇宙基本法のなかにもわずかに見いだすことができる。同法の第5条は宇宙開発利用の一つとして人類社会の発展について述べたものだが、そこでは「宇宙開発利用は、宇宙に係る知識の集積が人類にとっての知的資産であることにかんがみ、先端的な宇宙開発利用の推進及び宇宙科学の振興等により、人類の宇宙への夢の実現及び人類社会の発展に資するよう行われなければならない」と述べられており、宇宙開発は「人類社会の発展」と並んで「人類の宇宙への夢」を実現していくためのものでもあることが示されている。有人宇宙開発が「人類の夢」(の一つ)であることを否定する意見はおそらく多くないであろう。しかし、「人類の夢」という主張だけで、厳しい財政状況のなかで有人宇宙開発に予算を割くよう説得しきれものではないこともまた事実である。実際、日本の有人宇宙活動に対しては「金持ちの道楽」だという批判もあるという(柳川 2015, iv)。また、第一の理由に反論を示した中野ら(2015)も、「金の問題は、否定できない」として立花隆(2012)が示したこの論点に対しては一定の理解を示している。

有人宇宙開発と「金の問題」(有人宇宙開発の費用対効果の問題)については、政策のレベルでも指摘されている。我が国では、宇宙基本法に基づいて、内閣総理大臣を本部長とする宇宙開発戦略本部が内閣府のなかに設置され(同法第25条~34条)、この宇宙開発戦略本部によって我が国の宇宙開発利用に関する「宇宙基本計画」が作成される(同法第24条)。同計画はこれまでに三度(2009年、2013年、2015年)作成されているが、有人宇宙開発の費用対効果についての言及は2013年に決定された宇宙基本計画の「第3章 宇宙開発利用に関し政府が総合的かつ計画的に実施すべき施策」の、「3-2. 将来の宇宙開発利用の可能性を追求する3つのプログラム」のなかにある「F. 有人宇宙活動プログラム」にみることができる(宇宙開発戦略本部 2013, 26)。そこでは、我が国の有人宇宙活動プログラムは実質的に「国際宇宙ステーション(ISS)」におけるプログラムとして捉えられ検討されており、「(1) 現状」の項目では、「これまでに日本実験棟「きぼう」を建設、微小重力や宇宙放射線等の宇宙環境を利用した材料・生命科学、宇宙医学等の各種試験・研究が実施されており、今後の成果が期待される」ものの、「ISS関係経費として毎年約400億円」がかかっているという財政上の難点を抱えていることが指摘されている(p. 27)⁴。そうした現状をふまえ、同計画の「(2) 課題」では、「ISSについては、費用対効果について常に評価するとともに、不断の経費削減に努める」と述べられており、有人宇宙開発を費用対効果の観点から厳しく検討しなくてはならないという認識が示されている(p. 27)。この課題は、とりわけ以下の一節で具体的に指摘されている。

⁴ ISS完成のために我が国が投資した額はこれまでで3300億円にのぼる(柳川 2015, 76)。

有人宇宙活動は、国民に夢を与えるとともに、他の宇宙先進国との協力を通じて新たな技術を獲得する機会として重要である。また、国際協力として我が国のプレゼンスの発揮にも資するほか、宇宙教育等の観点からも意義がある。他方、「きぼう」の利用については我が国の産業競争力強化に繋がる成果は現時点では明らかではなく、多額の資金を要することから、厳しい財政制約の中で、費用対効果の観点で十分な評価が必要である。2016年以降のISSの運用の延長と我が国の参加については、費用対効果を十分評価した上で、参加形態の在り方を検討すべきである。(宇宙開発戦略本部 2013, 27)

さらに費用対効果の観点からは、国際有人宇宙開発プログラムへの「参加形態の在り方」の検討だけでなく、有人ではなく無人に各種資源を集中させる可能性も指摘されている。

多様な政策目的で実施される宇宙探査については、有人か無人かという選択肢も含め費用対効果や国家戦略として実施する意義等について、外交・安全保障、産業競争力の強化、科学技術水準の向上等の様々な観点から、検討を行い、その結果を踏まえて必要な措置を講じる。(宇宙開発戦略本部 2013, 26)

2013年のこの計画が発表されたのち、2020年まではISSの計画に参加することが決定された。これは、我が国は2020年までは有人宇宙開発に予算が割り当てられることを意味する。しかし、2020年以降の計画を検討する際には、同じ問題が浮上することになる。たとえば、2015年に改訂された宇宙基本計画のなかでは、「国際宇宙ステーション (ISS: International Space Station) 計画を含む有人宇宙活動については、費用対効果を向上させつつ」取り組むことを前提とした上で、「平成33年以降平成36年(2021年以降2024年)までのISS延長への参加の是非及びその形態の在り方については、他国の動向も十分に勘案の上、外交、産業基盤維持、産業競争力強化、科学技術等に与える効果と要する費用に関し様々な側面から総合的に検討を行い、平成28年度末までに結論を得る」としており、ISSへの参加そのものが検討課題であるとされている。また、国際有人宇宙探査についても「計画が今後国際的に検討されるものであることから、他国の動向も十分に勘案の上、その方策や参加の在り方について、外交、産業基盤維持、産業競争力強化、科学技術等に与える効果と要する費用に関し、厳しい財政制約を踏まえつつ、厳格に評価を行った上で、慎重かつ総合的に検討を行う」としている(宇宙開発戦略本部 2015, 21)⁵。

こうした政府の認識から、我が国の有人宇宙開発をとりまく状況をみてとることができる。我が国の有人宇宙開発は、開発にかかる経費が膨大であるにもかかわらず、その投資に見合うだけの成果を社会に還元できるのかといえ、その点は現在のところ明らかではない。それゆえ、我が国の有人宇宙開発は、厳しい財政的制約のなかでその投資額に見合うだけの社会的な意義をより明確に提示することが求められているのである。

⁵ 本稿完成後の2015年12月22日に、2024年まではISS運用延長に参加することがJAXA理事長談話として発表された(宇宙航空研究開発機構 2015)。しかし、2025年以降に関しては依然として同じ問題が浮上すると言える。

では、我が国の有人宇宙開発にはどのような社会的意義があるのか。本論文では、有人宇宙開発にかかわる分野の一つである「宇宙医学」に注目し、なかでも有人宇宙開発には欠かせない宇宙飛行士の活動を支えてきた重要な分野である「宇宙行動科学」の研究を取り上げ、その社会的意義と可能性を検討する。この検討を通じて有人宇宙開発の社会的意義の一端を明らかにし、我が国のこれからの有人宇宙開発と社会のよりよい関係を構築するための一助となることを目指す。

2 宇宙医学のなかの宇宙行動科学

「宇宙医学 (space medicine)」とは、「宇宙という特殊な状況で、安全・健康に過ごせるようにするための医学」であり、米国を中心に発展してきた「航空宇宙医学 (aerospace medicine)」に包摂される研究分野である (立花正一 2005)。航空宇宙医学は、大きく分けて、基礎研究をおこなう研究分野とパイロットや宇宙飛行士の健康管理をおこなう実践分野の二つにわかれる。前者は、微小重力や真空をはじめとする宇宙空間の特色を活かして人体の解明や新素材や新薬の開発など、またそれらの基礎となるさまざまな研究をおこなうものである。後者の健康管理は、歴史的には軍用パイロットの戦地でのサバイバルや戦果の向上を支えるべく発展した分野である。これがパイロットの適性や選抜法 (pilot selection) の研究のニーズを生んだ。迅速で高度な判断と適切な行動が要求されるパイロットや航空機搭乗員の精神活動 (知覚・認知・統合・判断・処置) が阻害されないよう、彼らの精神状態を把握し、課題に対処することは航空医学の重要な役割の一つである。とりわけ「コックピットのような閉鎖的環境のなかで長時間勤務しても、人格の統合性を失わず、注意や集中力を持続でき、性格的にも柔軟な適応性と強固な意志と協調性が望まれる」ため、パイロット適性に関し航空精神医学・心理学研究が行われ、パイロットの適性評価では、身体検査と並んで知能、性格、中枢神経系の検査が非侵襲的に行われている (井上+立花 1995, esp. 220)。この背景には、パイロットがコックピットという隔離閉鎖環境で肉体的にも精神的にも負荷の強い操縦を正確に行うものであることとならんで、そうしたパイロットの養成・訓練にも高額な費用がかかり、また事故を起こした場合の社会的影響が大きいことなどの要因がある (立花正一 2002)。こうした研究は、映画『ライトスタッフ』(1983) で描かれたように宇宙飛行士の選抜試験や養成プログラムへと引き継がれ、現在の隔離閉鎖環境での宇宙飛行士の健康管理の研究として、宇宙医学の研究の一分野を占めるにいたっている。このように、隔離閉鎖環境下での宇宙飛行士の健康管理の研究は、生理・心理・行動の三領域にわたっている。これを本論文では「宇宙行動科学」と呼んでいる。

パイロットの健康管理手法の研究との連続性がありながらも、宇宙飛行士の健康管理手法の研究には独自の特徴がある (以下、立花正一 2009 を参照)。まず、航空機の場合と異なり、宇宙の場合は現在の ISS では半年以上もの長期滞在が可能であり、隔離閉鎖環境滞在が長期に及ぶ場合のストレス等について検討することができる。また、同様に ISS は一国でできる事業規模ではないため、必然的に多国籍・多文化のメンバーから成る混成チームで活動することになる。したがって、異なる文化的背景をもつ飛行士たちが長期間の隔離閉鎖環境でミッションに取り組む際の、

行動科学的研究が可能となる。泉ら（2008）も、宇宙行動科学のなすべき研究として「長期隔離閉鎖環境滞在に対する精神心理的な適応の評価方法に関する研究」と「多文化環境に対する多文化適応訓練の研究」の二つを挙げている。これら二点について、さらに火星などのより遠くの惑星や衛星に行くことになれば、より強い隔絶感・孤立感を感じる可能性もあり、こうした事態は、これまでの航空機や宇宙機による飛行ミッションよりも、大航海時代（海洋探検時代）の長期航行に似ていると見なすこともできる。それゆえ、先行研究をもとに、ミッション中に起きた部下の不服従、文化に対する理解の違い、誤解、通信の遅延、装備品の故障や不具合、悪天候などが、クルーの心理やパフォーマンスに与えた影響などについて理解を深め、対策を考案する研究が求められる⁶。

長期滞在という観点から、以上のような特徴をもつ宇宙空間における隔離閉鎖環境下での精神心理的課題を研究する上で、地上において参考になる類似環境の研究も一部利用することができる。それらは大きく二種類に分けることができる（Bishop 2011）。一つは、北極や南極の遠征基地、あるいは潜水艦といった、地上（地球上）での実際の隔離閉鎖環境である。これらは、危険な外部環境、孤立、隔離、単調性などの点で宇宙機内での長期滞在に類似しており、それらのデータは参考になることが指摘されてきた（Harrison *et al.* eds. 1991; Tafforin 2005）。他方で、構成員の規模、多様性の乏しさ、無重力状態の有無、クルーの意欲・動機などの点では宇宙ミッションを模擬しておらず、類似性については部分的なものも捉えることもできる。たとえば、南極基地と潜水艦ミッションの広範な研究から Rohrer (1961) は隔離閉鎖環境での人間の心理的反応を3つのステージ（不安、抑うつ・ホームシック、見込み行動・未熟な行動）に分類して理解しようと試みている。宇宙ミッションにおいても同様の心理的変化が認められているが、特に中期には心的過敏性、情緒の不安定性、イライラ感、活動性の低下、身体化症状、睡眠障害、食欲不振などの症状を伴った「無気力状態」が起こりやすいなど、ミッションの時期により特徴的に認められる心理傾向の変化が示唆されるものの、ミッションが行われる環境による心理傾向の変化の違いも指摘されている（立花正一 2009）。

地上において参考になるもう一つの隔離閉鎖環境は、各種シミュレーターなどの隔離閉鎖環境研究のためにつくられた実験施設である。たとえば、JAXA が関わった大掛かりな国際閉鎖環境実験としては1999年7月から2000年4月にかけてロシア保健省の生物医学問題研究所（IBMP）でおこなわれた「SFINCSS-99（Simulation of Flight of International Crew on Space Station-99）」がある。これはJAXAだけでなく、ヨーロッパ宇宙機関（ESA）とカナダ宇宙庁（CSA）も加わり、被験者もロシア、ドイツ、オーストリア、カナダ、日本から男女を取りまぜた多彩なものであった。最長8ヶ月滞在するグループや5日～3週間程度の短期滞在するグループなど、ISSのミッション・プログラムを模擬して隔離閉鎖・異文化環境が及ぼす精神心理的影響を様々な角度（ストレス評価、対人関係、グループダイナミクスなど）から分析するように実験が計画された。観

⁶ 宇宙空間での長期滞在化にともなう宇宙飛行士の精神心理・行動上の健康（behavioral health）を扱う心理学および行動科学の重要性が認知されるまでには時間がかかり、本格的に認められるようになったのは1990年代後半である（Harrison and Fiedler 2011a; 2011b）。

察された結果としては、不適切なサブグループの発生、リーダーシップの不足、異文化への理解不足、セクハラ（と一方は主張し、他方は許容範囲と主張する）事件、けんかなどが認められたり、ストレスとモチベーション低下から途中脱落するケースが認められたりなど、精神心理学的には非常に興味深い現象が観察された。このような実験結果や研究報告などを参考に、隔離閉鎖環境に置かれた宇宙飛行士が適切に行動できるよう、ISS 参加各機関の宇宙飛行士・訓練担当者・精神心理支援担当者が協力し、ISS 宇宙飛行士のもつべき精神心理的特性（behavioral competencies）が設定された（Bessone *et al.* 2008）。

また、JAXA は参加していないが、2010 年から 2011 年にかけて、ESA と IBMP によって「Mars-500」と呼ばれる実験が行われた。これは、有人の火星探査といった長期にわたるミッションにおいて、宇宙船という隔離閉鎖環境での生活が、宇宙飛行士たちに与える生理的・心理的な影響を調査・研究するプロジェクトである。実験に参加した宇宙飛行士は、ロシア人が三人、ヨーロッパ人が二人、中国人が一人であり、かれらは、模擬的に設営され、外部との交信が途絶えたりする宇宙船のなかで、実際に 520 日もの長期間を過ごした。こうした隔離閉鎖環境下で、個人差だけでなく、時間の経過や文化の違いが行動に影響を与えることが報告されている（Tafforin 2013）。

JAXA 単体としては、筑波宇宙センター内にある閉鎖環境適応訓練設備を利用した研究をこれまでに行ってきた。この研究がユニークなのは、この設備を宇宙飛行士候補者の選抜に用いていることである。JAXA では、宇宙飛行士候補者の選抜の過程を三段階に分けて実施している。最近行われた選抜試験（2008 年）のケースを見ると、第一次および第二次試験で、筆記試験と面接試験で応募者の資質について徹底的に評価がなされた。この間、並行して詳細な身体検査及び医学・心理学評価が行われた。この段階で、963 名の候補者は 10 名にまで絞られた。そして、第三次の、そして最終の審査が、閉鎖環境適応訓練設備に最終候補者 10 名を 1 週間閉じ込める形で行われた。ISS 参加宇宙飛行士として求められる各種資質の詳細な評価である。行動科学的評価は、横断的面接ではなかなか難しいため、継続的に候補者の行動やパフォーマンスを観察でき、縦断的評価が可能な隔離閉鎖環境施設のなかでの評価を JAXA は行っているのである⁷。井上らの報告では、第二次審査を経た 10 名の候補者のうち、過剰な性格特性やサイコパス（人格異常）的行動を示す候補者はいなかった。観察・評価を繰り返し、最終的には三人の宇宙飛行士候補者の選抜に成功している（Inoue and Tachibana 2013）。彼らはその後、3 人とも厳しい各種訓練を乗り越え、ISS 搭乗員としてアサイン（任命）が決定した。そして先日（2015 年 12 月 11 日）、その三名の内の一人名である油井宇宙飛行士が ISS での 5 ヶ月弱の任務を終えて、無事地球に帰還した。

地上での実際の隔離閉鎖環境と実験的な隔離閉鎖環境という二種類の地上での隔離閉鎖環境とならんで、実際に宇宙空間という隔離閉鎖環境下で起こった事象も知見や教訓として活かすな

⁷ この選抜試験で最終候補者らが隔離閉鎖環境で受けた試験内容と候補者たちの様子は大鐘＋小原 2010 に詳しく描かれている。また、閉鎖環境適応訓練設備での試験を含めた第三次試験については柳川 2015, 145-150 を参照。

から現在では研究が行われている⁸。このように、宇宙医学の一分野としての宇宙行動科学は、隔離閉鎖環境下で宇宙飛行士の健康をどのように管理するのか——具体的には、その環境下で精神と身体を健康を維持しつつ、適切に判断し行動することがいかにして可能なのか——を研究する学問分野である。

3 宇宙行動科学の応用事例

宇宙医学の一分野である宇宙行動科学研究は、ISS という隔離閉鎖環境における宇宙飛行士の精神心理・行動を把握し支援するためのものであるが、この研究の知見を地上の類似環境での精神・心理的支援に応用することが考えられる。たとえば、嶋宮ら（2008）は、環境科学技術研究所の模擬実験室「閉鎖型生態系実験施設（CEEf; Closed Ecology Experiment Facilities）」を用いて隔離閉鎖環境下での人間の生理的データから心理的データに至るまでの人間の変化と特徴を調べながら、「今後、日本人の宇宙滞在が日常化するにあたり、宇宙における閉鎖環境の出来事、データを蓄積し、それらを逆に、南極滞在、船舶乗務など、閉鎖・隔離環境を伴う労働環境に対し、技術、対処策としてフィードバックするという視点での宇宙利用があると考えている」として、地上への応用の可能性を指摘している。そして、実際に宇宙行動科学研究の蓄積が地上の類似環境での問題対処のために応用された事例が、これまでに二例ある。

【事例1：JAXA】 2009年、メキシコに端を発した新型インフルエンザ（インフルエンザ A/H1N1）は世界中に広まり、同年4月24日にはWHOがメキシコおよびアメリカ本土でヒトからヒトへの感染を確認したと発表した。この事態をふまえ、日本の厚生労働省は、「新型インフルエンザ対策本部」を設置し、成田空港で海外からの乗客の体温チェックと簡易検査キットによる検疫を開始することで、日本での感染を阻止する対策をとった。同年5月8日、米国より到着したNWA25便において、簡易検査およびその後の詳細な検査、そしてポリメラーゼ連鎖反応（polymerase chain reaction: PCR）法により乗客のうち3名が新型インフルエンザに感染していることが確定した。感染症法（感染症の予防及び感染症の患者に対する医療に関する法律）および検疫法にもとづき、これらの感染者と濃厚な接触が疑われた乗員・乗客48名に対して、5月9日より成田市内の停留施設内で経過観察と医学検査を行うための停留措置が実施された。この停留措置は、感染症法が1999年に施行されて以来、はじめてのケースとなった。

その際、当時JAXAに所属し、ISSに長期滞在する日本人宇宙飛行士の精神医学的支援をおこなっていた立花正一に、厚生労働省から支援要請があった。「ISSという隔離閉鎖環境にある飛行士の包括的な健康支援の経験から、停留措置を受けた対象者のメンタルヘルスに関して支援を期待され」てのことである（立花ら2012, 28）。立花らは、ISSで宇宙飛行士に用いる質問紙票などを改訂して、被停留者とのインタビューを行い、対象者のストレス状態を把握するなどした。その経験と結果から、対象者のみならず、停留担当者や空港検疫担当者のなかにも「隔離閉鎖」によるストレスを感じ、心身に不調を示す者などが現れていることを明らかにした。他方で、ISS

⁸ たとえば、Kanas *et al.* (2006) はミール滞在与ISS滞在の心理学的な調査・比較を通じて、隔離閉鎖環境に長期滞在する宇宙飛行士のストレスコントロールについて研究をおこなっている。

の場合とは異なり、「物理的な閉鎖」よりもインターネットなどを通じた外部からの匿名やマスコミからの誹謗中傷などによる「精神的な孤立感」がストレス要因としてみられた。また、正しい情報の欠乏および誤情報の錯綜という「精神的な閉鎖」が、不安をもたらすストレス要因となることも確認された。また、ISSに滞在するための訓練を受け、チームとして任務にあたる宇宙飛行士の場合とは異なり、対象者らは個人として問題に向き合うことになり、より孤独感を強めた。隔離閉鎖環境では、集団としてのまとまりやチームワークを形成することが重要であることが再確認された。さらに、停留および検疫担当者といった、隔離する側のストレスについても検討の余地があることが示された。

【事例2：NASA】 2010年8月5日、チリ共和国アタカマ州コピアポ近郊のサンホセ鉱山(San José Mine)の坑道にて崩落事故が起きた(コピアポ鉱山落盤事故)。この事故により、33名の男性鉱山作業員が地下700mに閉じ込められるも、事故から69日後の現地時間10月13日に全員が救出された。救出に際して、隔離閉鎖環境下での行動科学研究をおこなってきたNASAにチリ政府から要請があり、NASAは8月末にISS宇宙飛行士健康管理チームのスタッフ4名(医師2名、心理学者1名、エンジニア1名)をチリに派遣した。かれらは、「坑夫たちの苦境と宇宙での生活のあいだにある類似点を見定めながら」、三日にわたり救助活動への助言・指導を行った(NASA 2011)。支援内容は隔離閉鎖環境下におかれている人々の精神心理・行動を安定させるために必要となるチーム作りや、コミュニケーション方法といった精神医学・行動科学上の助言から、届けるべき物資の内容や届け方など、生理学および工学上の助言まで多岐にわたった(Duncan et al. 2011; Duncan and Cragg 2011; Duncan and Polk 2011; Holland 2011; cf. 立花ら 2012)。こうした支援はいずれも、宇宙空間という隔離閉鎖環境におかれた宇宙飛行士たちの精神心理・行動について、長年研究をおこなってきたNASAの宇宙医学・行動科学研究の成果が活かされたものである。このチームのリーダーであり、NASAのdeputy chief medical officer(当時)であるマイケル・ダンカン(Dr. Michael Duncan)は次のように述べている—「われわれが宇宙で学んだ知識を地上に応用することができたし、そしてここ「地球」(here on “Earth”)の人々を助けるために地上に応用することができた。」(NASA 2011)。

以上のJAXAとNASAによる事例が示しているように、ISSに長期滞在する宇宙飛行士の健康管理をおこなう宇宙医学・行動科学研究によって積み上げられた、隔離閉鎖環境下の諸課題に対処するための知見は、地上での類似した事態に対応する際にも有益である。たしかに、隔離閉鎖環境で人の精神・心理・行動に影響を与える要因のすべてが地上での事態に等しく当てはまるわけではない(要因の一覧と地上の事態での対応状況については下記表1参照)。生命への危機の程度、情報や通信の遮断の程度、隔離閉鎖環境下におかれた人たちの人間関係のありかた、チームの構成の仕方、ストレス解消方法、外部からの支援の程度などは、隔離閉鎖環境の状況ごとに異なる。とりわけ停留措置を受けた対象者や閉じ込められた坑夫たちにとって、その事態は突発的に生じており、この点でISSに滞在する宇宙飛行士らとは状況が、あるいは置かれている人が、決定的に異なる。しかしそうした相違は、宇宙行動科学研究が無用であることを意味するものではない。というのも、問題となっている隔離閉鎖環境がどのような性質のものであるのかを明ら

かにし、それゆえどういった対処が必要なのかを明らかにし、そしてそれに基づいて限られた人的・時間的・物質的リソースを効果的に割り当て事態に対処することができるからである。このようにして、宇宙行動科学研究が有人宇宙開発だけでなく、地上の問題解決にも役立つ知見を提供することができるものなのである。

	新型Fluの停留措置 (高校生・教師の場合)	チリ落盤事故	ISSの宇宙飛行士
隔離期間	7日間	70日間	180日間
隔離の発生様態	突然、予期せず	突然、予期せず	計画的
準備・訓練	なし	あまりなし	十分あり
生命の危険	あまり意識せず	当初の17日間は強く意識し、その後も脳裏から離れず	打上げ・着陸等の重要場面では意識
情報・通信手段	比較的的自由	当初の17日間は無、その後も限定的	限定的、ただしクルーの要求は充足
各人の役割	特になし	状況に合わせて作り・与える必要あり	計画的に任務あり
集団としての結束	特になし	生還に向けて結束する必要あり	任務遂行のため結束力強い
ストレス解消手段	個人に任せられ限定的	限定的だが外部から支援	限定的だが外部から支援、計画的
生活上の問題点	行動範囲・仲間との交流が制限	清潔・日内リズム・栄養を保つのが困難	計画的に対策が講じられ改善
外部からの支援	容易だが制限	困難だが最大限の努力あり	計画的に実施
世間の反応・支持	冷たい、「ばい菌」や「厄介者」扱い	温かい、同情・共感的、支持的、ヒーロー扱い	尊敬、あこがれ、ヒーロー
閉鎖解除時の心境	少しの解放感、非難や好奇心への恐れ・緊張感	生還の喜び、興奮、安堵、達成感	任務完了の充実感、安堵、達成感

表1 (立花ら2012より抜粋)

4 宇宙行動科学のさらなる応用可能性

宇宙での隔離閉鎖環境の研究と地上での類似環境の研究のあいだには応用し合う関係が成り立っている。第2節でみたように、南極基地や実験施設などの地上での特殊な隔離閉鎖環境の研究による知見は、宇宙での人の精神心理および行動の解明と支援に役立つことが以前より期待されており、実際、そうしたさまざまな知見は宇宙空間での隔離閉鎖環境の研究に活かされている。また、第3節でみたように、宇宙でのそうした研究の成果が、南極基地や潜水艦などの地上での類似環境での問題の対処に貢献することも期待されている。それにとどまらず、第3節で挙げた二つの事例が示していたように、宇宙行動科学研究の成果は、南極基地や実験施設といった地上での「特殊」な隔離閉鎖環境に対してだけでなく、停留措置や事故による閉じ込めといった地上での(相対的にみれば)それほど特殊でない隔離閉鎖環境に対しても応用され、その成果を挙げているのである。これは、宇宙での隔離閉鎖環境の研究の成果は、地上での特殊な隔離閉鎖環境との間にだけ応用関係があるのではなく、地上でのそれほど特殊でない隔離閉鎖環境とのあいだにも応用関係が可能であるということの意味している⁹。では、そうした宇宙行動科学研究の応用可能性として、停留措置や事故による炭鉱内での閉じ込めのほかにどういった場面がありうるの

⁹ この応用関係が成り立つのは、Suedfield 1991 が提起していたように、宇宙での隔離閉鎖環境と地上での類似環境のあいだの応用可能性は、もっぱら隔離閉鎖環境のもつ客観的な特徴の類似性のみによってではなく、隔離閉鎖環境下での人の経験の類似性にもよっているからであろう。

だろうか。本節では、我が国に特徴的な二つの場面を応用可能な場面として挙げることにする。

第一に、自然災害や人為災害によって被災し、住み慣れた土地や家を離れることになった人たちの避難生活という場面への活用が考えられる。日本は地震列島であり、避難生活における諸問題への対処は我が国の地学的特徴に由来する社会的な課題といえる。最近では2011年3月11日に発生した東日本大震災およびそれに伴う福島原子力発電所の事故が顕著な例であろう。この災害によって、多くの人たちが避難生活を送ることとなり、その状況は現在でも続いている。避難生活を一種の(日常生活からの)隔離と捉えると、隔離期間は数日から数年にわたる。また、隔離環境は突然、予期しないかたちで発生する。避難行動そのものについては事前の準備や訓練の経験があっても、避難生活そのものの訓練はおこなわれない場合がほとんどであり、避難生活のための準備も数日分の水や食料がある程度である。いったん避難生活が始まれば、(災害の規模にもよるが、国内の場合には)生命の危機は比較的低いものの、情報・通信手段は寸断ないし制限され、精神的な閉鎖環境が発生する。また、避難所等での各人の役割は不明瞭であり、ケースバイケースであるものの、集団としての結束が弱い場合も少なくない。ストレス解消手段もきわめて乏しく、行動上の制限やプライベート空間が確保できないなどといった、生活上の問題点も抱える。他方で、避難生活中は外部からの支援や、世間からの支持はおおむね得られるという面もある。隔離閉鎖環境の解除(すなわち避難生活の終了)時の心境は、喜びと安堵に満ちたものであろう。このように、避難生活という隔離閉鎖環境は前節でみた各種要因の観点から捉えることができ、そうした環境下で生じうる諸問題への対処にも宇宙行動科学の知見を活かすことが期待できる。

第二に、老老介護の場面を考えることができる。よく知られているように我が国は世界有数の高齢化社会である。国際連合人口基金等による報告書「21世紀の高齢化：祝福すべき成果と直面する課題」によれば、日本は60歳以上の人口が総人口の30%以上を占める唯一の国であり、2050年までにはこのようになる国は64カ国におよぶ(UNFPA and HelpAge International 2012, 12)。他方で、国際連合経済社会局人口部による報告書「世界の推計人口 2015年版」によれば、60歳以上の人口の割合が一番高い地域は現在ではヨーロッパの24%であるとされているが、同報告書が高齢化の指標としている潜在扶養率(65歳以上人口に対する20~64歳人口の比率; Potential Support Ratio (PSR))で見ると、ヨーロッパの幾つかの国では3ポイント以下であり、北米も4ポイント以下であるものの、日本はそれらを下回り2.1ポイント(老人1人を2.1人で支えている状態)と、世界で最も低い水準にある(United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division 2015, 7)。またこの報告書によれば、日本は2015年現在、平均年齢が46.5歳と最も高い国であり、2030年の時点では51.5歳となり依然として平均年齢が一番高い国となると予測されている(p.32)。つぎに、国内のデータをみてみると、内閣府『平成27年版 高齢社会白書』によれば、平成25(2013)年現在、65歳以上の高齢者のいる世帯は全世帯の44.7%であり、そのうち「単独」・「夫婦のみ」世帯が過半数を占めている(内閣府 2015a, 第1章第2節1(1))。また、介護保険制度における要介護者又は要支援者と認定された人(「要介護者等」)のうち、高齢者の要介護者等数は急速に増加しており、特に75歳以上で割合が高い。介

護を担う人としては、主に家族が介護者となっており、要介護者等と同居している主な介護者の年齢としては、男性では69.0%、女性では68.5%が60歳以上と、老老介護のケースが相当数存在しているといえる（第1章第2節3(2)）。また、同居している主な介護者が1日のうち介護に要している時間をみると、「必要な時に手をかす程度」が42.0%と最も多い一方で、「ほとんど終日」も25.2%となっており、要介護度が上がるにつれて、終日介護する割合が増えている。さらに、介護を受けたい場所として「自宅」を希望する人が男女ともに最も多く、男性で42.2%、女性で30.2%となっているなど（第1章第2節3(2)）、老老介護を発生させる要因の一つとして自宅介護希望者が多いことも指摘することができる。

このように、我が国は世界有数の高齢化社会であり、また老老介護の事例がすでに相当数発生している。また、超高齢化への進展の予測と自宅での介護の希望者が多い事情などを考慮すると、老老介護の割合は今後も増加することが予想される。老老介護は、介護者側の身体的、認知的な能力が低下している状態で行われることが多く、また、介護の状態自体が周囲に知られていなかったりする場合もあり、さまざまな面で孤立するケースが少なくない。このように、老老介護は、社会的にも、身体的、認知的にも一定程度、隔離閉鎖された環境になりやすいといえる。介護制度の充実などによって問題に対処すると同時に、今後も老老介護のケースを多く抱えることが予想される以上、老老介護の問題への対処は、日本の社会に特徴的な課題といえる。

このように、避難生活や老老介護は我が国の地理的・社会的な特徴に由来しており、その意味で我が国に特徴的な隔離閉鎖環境とみなすことができる。そこで、前節の表で示された隔離閉鎖環境でのストレス要因をこれら二つの事例に当てはめてみれば、概ね以下のような表を作成することができるだろう（表2）。避難生活や老老介護がこれらの特徴をどの程度もつのかは個別ケースに即して判断する必要がある、それゆえ宇宙行動科学の研究成果が貢献する仕方も一様ではないが、宇宙行動科学の研究の蓄積を生かすことができる場面であろう。

	避難生活	老老介護
隔離期間	数日～数年	不明瞭
隔離の発生様態	突然、予期せず	突然の場合と段階的に予測できる場合
準備・訓練	数日分の食料、訓練なし	ケースバイケース
生命の危機	比較的低い	怪我や病気、老衰の可能性
情報・通信手段	寸断～制限	介護制度へのアクセスの問題、介護者側の認知能力の低下の問題、孤立度が高い場合もあり
各人の役割	不明瞭	介護者の役割は明瞭、被介護者の抵抗や無理解があれば、大きなストレス
集団としての結束	弱い	強い（認知症で抵抗があれば、逆のケースも）
ストレス解消手段	乏しい	不明瞭～乏しい
生活上の問題点	行動の制限や、プライベート空間の確保の困難さ	24時間介護などの可能性、貧困
外部からの支援	期待できる	制度次第、求める支援が拒否される場合あり
世間の反応・支持	暖かい	地域の人に認知されていないケースもある
閉鎖解除時の心境	喜び、安堵	介護終了の解放感と、愛する人を失った悲しみ

表2

さらに、ここで取り上げた二つの場面のほかにも、さまざまな場面への応用が考えられる。その一つとして、さまざまな規模の隔離閉鎖環境で生じうるいじめや虐待といった場面がある。自宅介護や家庭といった小規模隔離閉鎖環境や介護施設やそのほかの職場などの中規模な隔離閉鎖環境で生じるいじめについてみると、まず、児童虐待については、平成 26 年度に全国の児童相談所に対応した児童虐待相談対応件数は 88,931 件と、「子ども虐待対応の手引き」の改訂など制度的な変更の影響もあったものの) 過去最高の件数となっている(厚生労働省雇用均等・児童家庭局総務課 2015)。また、2013 年度、自宅介護では 15,731 件の虐待が報告されており(前年比 3.5%増)、介護施設では 221 件の虐待が報告されており(前年比 42.6%増)、増加する介護現場での虐待への対応も課題である(厚生労働省老健局高齢者支援課認知症・虐待防止対策推進室 2013)。さらに、学校やあるいは刑務所といったより大規模な隔離閉鎖環境下でのいじめや虐待などについては、内閣府によれば、2013 年度に小中高等学校により認知されたいじめは 185,803 件にもものぼり、その対処が求められている(内閣府 2015b, 第 1 部第 3 章第 1 節 3(1))。たしかに、個別事例の背景や原因は一様ではないが、宇宙行動科学の隔離閉鎖環境研究の知見を活かし、それぞれの規模の隔離閉鎖環境の特徴を捉えながらマネジメントすることにより、いじめ、虐待、人権侵害の防止に貢献することが期待できると考えられる。

5 宇宙行動科学の社会的意義

前節までで論じてきた宇宙行動科学の応用可能性は、有人宇宙開発の社会的意義としてどのような位置づけをもつことになるのか。一般に、政府主導の非商業的な研究開発の社会的意義は「スピノフ(民生利用)」として論じられることが多い。代表的なスピノフの例としては、レーダー開発研究から生まれた電子レンジや、ネットワーク構築研究から生まれたインターネットがある。これらは軍事研究が民生利用されたケースであるが、これらの例から窺えるように、スピノフとは、産業や商業利用のかたちで社会的意義を示す文脈で用いられる。実際、宇宙開発の社会的意義もスピノフとして、産業や商業利用といったビジネスの観点から捉えられることが多い(的川 2011、小塚+佐藤編 2015)。そして、そうしたスピノフの可能性として示されているものの多くは、無人宇宙開発に基づいたものである。

それでは、有人宇宙開発、とりわけ宇宙医学・行動科学研究については、どういったスピノフが見込まれているのだろうか。スピノフの可能性として提示されるものの多くは工学的な応用であるが、宇宙医学に関係したものもある。たとえば、あたらしい検査機器や点字ディスプレイの開発研究、筋ジストロフィーの進行を遅らせる新薬の開発研究(的川 2011)、無重力空間での筋力萎縮の対策として加圧トレーニングなどの研究に基づいたリハビリテーション医学への応用や、感染症の予防方法や宇宙放射線の防護対策の研究などである(立花正一 2009)。しかし、これらはいずれもまだ可能性の段階に過ぎない。第 1 節でみたように、宇宙医学・行動科学を含め我が国の有人宇宙開発は、社会的に意義のある成果をまだ挙げられていないのが現状である。

そうしたなかで、本論文が提示した宇宙行動科学の応用可能性は、すでに応用実績があるという点で、その社会的意義を提示する上で強みがある。それでは、宇宙行動科学に注目した有人宇宙開発の社会的意義とは、社会にとって具体的にどのような位置づけを持つのだろうか。本節で

は、(1) 日本の宇宙開発政策という文脈における宇宙行動科学の社会的意義の位置づけ、(2) 事柄そのものとしての宇宙行動科学の社会的意義の位置づけ、を順番にみていくことにより、宇宙行動科学の社会的意義の位置づけを具体的に検討することとする。

5-1. 日本の宇宙開発政策における宇宙行動科学の社会的意義の位置づけ

我が国の宇宙開発はさまざまな応用を目指しながら行われている。宇宙基本法では、宇宙開発の目的として、宇宙の平和的利用（第2条）、国民生活の向上等（第3条）、産業の振興（第4条）、人類社会の発展（第5条）、国際協力等（第6条）の五つを定めている。このうち、スピノフに代表される類いの社会的意義として念頭に置かれることが多い「産業の振興」では「宇宙開発利用は、宇宙開発利用の積極的かつ計画的な推進、宇宙開発利用に関する研究開発の成果の円滑な企業化等により、我が国の宇宙産業、その他の産業の技術力及び国際競争力の強化をもたらし、もって我が国産業の振興に資するよう行われなければならない」としている。宇宙開発の成果を産業として還元することによりできあがるものを「宇宙産業」というが、「宇宙基本計画」では宇宙産業は次のように定義されている¹⁰。

宇宙産業は、衛星、ロケット、地上施設等の製造を行う「宇宙機器産業」、衛星を活用して測位、リモートセンシング、衛星通信・放送等のサービスを提供する「宇宙利用サービス産業」、GPS 端末、カーナビ機器、BS 受信機等ユーザー端末等を提供する「宇宙関連民生機器産業」と、これらのサービス・機器を利用する「ユーザー産業」と定義される。（宇宙開発戦略本部 2013, p. 9 n. 6）

この定義に従えば、宇宙産業とは、無人宇宙開発の成果に基づいて成り立つ産業のことであり、有人宇宙開発の応用先として想定されてはいない。したがって、本論文が提案する宇宙行動科学の応用可能性がもつ社会的意義の位置づけとして考えることは、あくまでのこの定義に従う限り、適切ではないと言えるだろう。

宇宙行動科学の社会的意義をスピノフや宇宙産業などの「産業の振興」として位置づけることが、我が国の宇宙基本法や宇宙基本計画に照らし合わせて困難であるとしたら、我が国の宇宙開発政策においてどのような位置づけをもつことになるのか。その候補となるのが「国民生活の向上等」（第3条）である。これは、「宇宙開発利用は、国民生活の向上、安全で安心して暮らせる社会の形成、災害、貧困、その他の人間の生存及び生活に対する様々な脅威の除去、国際社会の平和及び安全の確保、並びに我が国の安全保障に資するよう行われなければならない」として、国民生活にかかわるさまざまな非商業的な目的に関わるものである。有人宇宙開発を「産業の振興」ではなく「国民生活の向上」に資するものとする考え方は、我が国の宇宙開発政策のなかにも見いだすことができる。たとえば、2009年に策定された最初の宇宙基本計画では、「G 有人宇宙活動プログラム」の「① 社会的ニーズと今後10年程度の目標」として「(a) 豊かな国民生活の質の向上（健康長寿社会の実現）」を掲げ、次のように述べている。

¹⁰ 改訂された2015年版の宇宙基本計画（宇宙開発戦略本部 2015）のなかには、「宇宙産業」の定義はなされていないため、ここでは、2013年版の定義にしたがっている。

「健康長寿社会の実現」というニーズに対して、現状では、高齢者医療等への宇宙医学研究成果等の適用により、骨粗しょう症、尿路結石などへの対策研究や、宇宙での高品質タンパク質結晶化による創薬への応用などが開始されているが、まだ現実化までには至っていない。このため、今後、高齢者医療、介護問題、創薬など、国民の生活に密着した課題等、地上社会の課題解決にフォーカスし、微少重力環境の利用を通じて、実用成果を創出することを目標とする。(宇宙戦略開発本部 2009, 22)

ここでは、有人宇宙開発のなかでもとりわけ宇宙医学が取り上げられていること、また国民生活質の向上の例として医療や創薬と並んで介護問題が取り上げられていることなどが、本論文の主張との関連からは注目に値する。4年後の2013年に作成された宇宙基本計画においても有人宇宙開発の社会的意義は国民生活の向上に見いだされている点は同様だが、幾分の違いも見られる。

しかし、上記の〔「気象衛星による日々の天気予報、通信・放送衛星によるデータ通信や衛星放送、陸域・海域観測衛星による地図作成、資源 探査、農林漁業への活用や災害監視、GPS によるカーナビゲーションや測量など〕の〕分野を除き、その〔日本の宇宙開発の〕利用は、まだ緒についたばかりのものが多い。産業、生活、行政の高度化、効率化、防災など、より一層安心安全で豊かな社会の実現に向けて、宇宙利用が有する潜在能力を最大限に活用していくことが喫緊の課題である。(宇宙開発戦略本部 2013, 9)

2013年の計画では、無人宇宙開発と比べて有人宇宙開発はその社会的意義を具体的な成果として示せておらず、それを示すことが「喫緊の課題」であるという認識が示されている点で、2009年の記述には見られなかった危機感が表明されている。第一節で概観したように、この危機感の背景には有人宇宙開発の費用対効果の問題がある。そして、本論文で示した宇宙行動科学の応用可能性は、この「喫緊の課題」に答えようとするものである。これを上記の引用の分類に沿って大括弧に述べなれば、前節までで提示した地上でのさまざまな隔離閉鎖環境への応用とは、自宅介護や家庭での育児場面では「生活」に、避難生活の場面では「防災」に、介護施設など職場環境の場面では「産業」に、感染症予防対応という場面では「行政の高度化」にそれぞれ貢献するものとみることができる。さらに学校などの場面への応用は「教育」という面での貢献といえるだろう。宇宙行動科学は、こうしたさまざまな場面への貢献を通じて、国民生活の向上に資することができると思われるのである。

以上をまとめると、我が国の宇宙開発政策の文脈における宇宙行動科学の社会的意義の位置づけとして次のことが言える。まず、日本社会のさまざまな場面で発生する“隔離閉鎖環境”に宇宙行動科学の研究成果を応用することは、宇宙開発の社会的意義として通常想定されるスピノフ（商業的な民生利用）に位置づけられるものではない。むしろその意義は、さまざまな形で国民の生活を支援することにある。その意味で、宇宙行動科学の社会的意義は、宇宙基本法が規定する宇宙開発の目的の分類としては、「産業の振興」（第4条）ではなくむしろ「国民生活の向上等」（第3条）に位置づけることができるのである。

5-2. 事柄としての宇宙行動科学の社会的意義の位置づけ

つぎに、政策上の位置づけとしてではなく、いわば事柄そのものとしてみたとき、宇宙行動科学は我が国にとってどのような社会的意義を持つものとして理解することができるだろうか。青木(2006)は、宇宙開発一般の意義を、「国威発揚」「軍事力向上」「商業利用」「国際協力(平和、環境保全の実現等)」「知のための知」の五点に分けて論じた上で、「国際協力(平和、環境保全の実現等)」を宇宙開発最大の意義としている。宇宙行動科学の我が国にとっての社会的意義はこれらのいずれのものとして捉えることができるのだろうか。前節でみたように「商業利用」には当てはまらないので、残る四点について順に検討してみよう¹¹。

まず、宇宙開発が(フォン・ブラウンを擁するナチス・ドイツが1942年にV2ロケットを成功させた)その当初から、軍事利用の面があったことは周知の事実である。たとえば、1957年のスプートニク1号の成功によって米国に生じた「スプートニク・ショック(Sputnik crisis)」は、「人類の夢」を先に叶えられてしまうというショックではなく、冷戦下の米ソのあいだで激しさを増していく制空権争いで先を越されてしまったというショックであり、それは米国での安全保障をめぐるショックであった。それだからこそ、ジョン・F・ケネディは1960年の民主党予備選挙で「ミサイル・ギャップ(missile gap)」を連呼し、宇宙開発が安全保障上重要なものであることを訴えたのである。この語の考案者とされるケネディ自身が事態の実情をどれだけ把握していたのかについては議論があるが(Day 2006)、大統領に選出された翌年の1961年にアポロ計画が始動したことは事実である。その意味では、宇宙開発は、軍事力向上という意義を持っていたし、いまでも持っている。とりわけ現在では、さまざまな科学技術が軍事利用できる事態が生じており、我が国でも、外国為替及び外国貿易法に基づいて経済産業省が中心となって(防衛装備移転三原則なども加味しながら)安全保障貿易管理を行い、こうした「スピンオン(軍事利用)」や「デュアルユース(軍民両用)」問題に対処している。宇宙開発関連技術もこうした問題と無縁ではないが、我が国は憲法によって戦争と武力を放棄しており、宇宙開発の社会的意義を軍事力向上に求めることもなければ、デュアルユースやスピンオンを視野に入れるものでもない。したがって、本論文が主張する宇宙行動科学の社会的意義もまた、「軍事力向上」として理解されるものではない。

とはいえ、中国のように(軍事力向上とならんで)「国威発揚」のために有人宇宙開発に取り組むことも、我が国ではあまり効果的であるとは考えられない。2008年に10年ぶりに行われた宇宙飛行士候補者募集には963名という過去最大の応募者が集まり、日本人宇宙飛行士はいまでもなお注目を集めているが、これまでのところ実際に宇宙に行った日本人宇宙飛行士は10人のぼり、「宇宙へ行くことに、誰も驚かなくなった今」(大鐘+小原 2010, 4)、宇宙行動科学を含め有人宇宙開発が我が国において国威発揚の効果をもつとは考えにくい。

そうであるとすれば、青木の分類で残るは「国際協力」「知のための知」のいずれかである。

¹¹ 有人宇宙開発は国家のプライドや国際的な威信やリーダーシップのためであるという議論もあるが(Mindell *et al.* 2008)、紙幅の都合でこの論点は扱わない。

既にみたように我が国の宇宙基本計画はそのいずれも射程に入れたものであるが、本論文が提示した宇宙行動科学の社会的意義は、そのいずれに特徴的なものでもない。まず、青木が宇宙開発一般の最大の意義として挙げている「国際協力（平和、環境保全等）」は、ISS を舞台とする有人宇宙開発自体は多大な貢献を行うと考えられるが、本論文が提示した応用可能性そのものとの間には強い関係をもたない。また、「知のための知」は純粋に学問的理由でありそれ自体としては称賛に値するものだが、第一節でみたように、「人類の夢」という表現によって代表される費用対効果を考慮に入れていないという意味では、本論文が主張する社会的意義として特徴づけることは適切ではないだろう。では、宇宙行動科学が我が国においてもつ社会的意義とは何なのか。

ここで本論文は、その意義を、二つの意味で「倫理」的なものと主張する。第一の意味は、「道徳的 (moral)」とは区別された意味での「倫理(学的) (ethical)」な意義である。哲学者のティモシー・チャペルが正しく述べているように、「倫理学 (ethics)」とは——その学の創始者であるアリストテレスにまで遡れば——「道徳 (morals)」を説くものではなく、「われわれの性格に由来する特徴的な行動」を研究する学問分野である (Chappell 2013, 151 [邦訳 229 頁])。アリストテレスは、多様な状況で適切に判断し行動できることが人間の卓越性 (倫理性) であると考え、そうした卓越性を構成する感情、認知、行動のあり方、またそうした構成要素が行動を制御する機序、さらにそうした卓越性の習得方法を研究した。「倫理(学)」が本来もっていたこれらの意味と射程をふまえることで、宇宙行動科学の社会的意義が倫理的なものであるとする第一の意味を見いだすことができる。すなわち、宇宙行動科学は、さまざまな隔離閉鎖環境で人が的確に判断し、行動するための理論的な研究と見なしうるのである。これは言い換えれば、宇宙行動科学は、隔離閉鎖環境に関して、「知のための知」ではなく「善く生きるための知」を明らかにするという点で、倫理的意義をもつということである。

第二の意味での倫理的意義とは、この第一の倫理的意義に基づいたものである。第4節でみたように、我が国では、避難生活や自宅介護、介護施設や学校などをはじめとした広義の隔離閉鎖環境で生じるさまざまな社会的問題を抱えている。これに対して、宇宙行動科学は、隔離閉鎖環境に置かれた人が的確に判断し行動する方法を研究することにより、「善く生きる」ための理論的な知見の蓄積がある (第一の意味での倫理的意義)。さらに、第3節でみたように、宇宙行動科学はこうした知見の蓄積に留まらず、それらの知見に基づいて実際にそうした地上の隔離閉鎖環境に赴き、それぞれの環境に置かれた人々のさまざまなストレスを低減し、誤った行動に出ることを抑制し、的確に判断し行動するよう実際に支援することができる。こうした支援は、そうした人々がその状況でより倫理的に善く過ごすための支援であるといえる。言い換えれば、宇宙行動科学は「善く生きるための知」に基づいて「実際に善く生きる」ことにも寄与するのである。アリストテレスもまた倫理学研究とは、ただ卓越性とは何かを知るための理論研究に留まらず、実際に卓越した者になるという実用を目指したものなければならいと唱えていた (アリストテレス 2015/2016)。宇宙行動科学の社会的意義が倫理的なものである第二の意味は、この「実際に善く生きる」ことへの寄与という点にある。

「善く生きる」ことへの寄与という宇宙行動科学がもつ社会的意義は、「国威発揚」「軍事力向

上」「商業利用」「国際協力」「知のための知」とは異なるものである。それを敢えて名付けるとすれば、我が国の社会に対する「倫理的な貢献」であろう。また、これは我が国が抱えるさまざまな社会問題への対処の一助となり、よって国民生活の向上に貢献するものである。したがって、本論文が論じてきた宇宙行動科学の応用可能性が我が国にとってもつ社会的意義とは、政策上の位置づけからすれば「国民生活の向上等」に位置づけられるものであり、その実質すなわち事柄そのものとしては、我が国の社会に対して倫理的な貢献を果たす点にあるものだと理解することができる。

結語

「宇宙倫理 (space ethics)」という言葉がある。その草分けである Milligan は「宇宙倫理はかなり新しい分野である」と述べているが、安全保障から火星移住の是非、さらには人類のアイデンティティに至るまで多彩な話題が宇宙倫理として論じられている (Milligan 2015, Galliot (ed.) 2015)。それらはたしかに宇宙に関する重要な倫理的な考察であり、一方で国際的な宇宙法や国内では今後の宇宙活動法等の整備などをふまえつつ、他方で哲学的な柔軟な思考を行いながら、更なる考察が求められるであろう。また、宇宙科学と宇宙開発が対立する場合、どちらが正当化しうるのか、またどちらに優先順位を置くかが問題となり、その際に倫理的な観点から解決を図ろうとするものもある (Schwartz 2014)。宇宙科学と宇宙開発の関係そのものは本論文で扱わなかったが、これもまた科学技術社会論的、倫理的な観点から考察が求められるであろう。しかし、本論文が論じた宇宙行動科学の応用可能性がもつ社会的意義を「倫理的貢献」として捉えるという主張は、これらいずれの「倫理」とも異なる。本論文の議論は、火星移住や人類のアイデンティティをめぐる哲学倫理的考察ではない。また、宇宙科学であれ宇宙開発であれ、それを「正当化」したり妥当性を検討したりするために倫理的議論を導入するものでもない。そうではなく、本論文の主張は、有人宇宙開発そのものが、隔離閉鎖環境で人が的確に判断し行動するための仕組みを明らかにするという意味で倫理的な営みであり、またその営みに基づいて実際に倫理的な貢献がしうるという意味で倫理的な営みでありうる、ということ論じたものである。

現在、倫理学は、人間の倫理的な行動の原理の解明や、そうした行動の実現や支援の仕方について、医学や心理学や脳神経科学といった自然科学、さらには科学技術論や防災研究といった工学分野などと一緒になって問題に取り組む動きが広がっている (それらについては Tachibana 2009、立花幸司 2015a; 2015b; 2016 など概観を与えている)。こうした研究のネットワークは、宇宙医学・行動科学の場合も構築することができるだろう。宇宙人類学といったかたちで人類学との接点については提案があるが (岡田 2014)、人類学のみならず、ほかの人文社会科学研究やさらには上記のような自然科学、工学分野などと共同することで、宇宙空間での人間の生理、心理、精神、行動について包括的に取り組み解明し、その成果を社会に還元することができる。このような大きな意義をめざす宇宙行動科学研究は、従来の宇宙医学の一分野として定義され、宇宙飛行士の任務遂行を妨げる精神心理的ストレス要因の解明と対策に限定していた枠組みから開放されることで、その可能性を拓けることができる。繰り返して言えば、自然科学や工学と共に「人間とは何か」を研究する精神をもった人文社会科学系の研究者も参加し、宇宙の隔離閉鎖環境における人間の行動特性、集団や小社会の構成の仕方、認知・視座・倫理観の変容などのテーマに関する共同研究を通じて、研究を拡大することが期待されるのである。そしてこれにより、我が国の有人宇宙開発研究は広く「国民生活の向上」への貢献もできることが、より明確に示さ

れる。

以上を考えると、(海外の研究成果を利用するだけでなく) 我が国が有人宇宙開発に携わりつづける積極的な理由もみえてくる。第2節で指摘されていたように、隔離閉鎖環境下での精神心理・行動上の変化には文化的差異が認められる (Tafforin 2005; 2013)。社会心理学の分野でも、西洋と東洋の違いに基づいたさまざまな報告がなされている (Nisbett 2003)。人間の行動や心性をもつば文化的差異として説明することには注意が必要だが、諸外国のクルーと日本人クルーのあいだに行動や心性の違いが(遺伝的な要因によってであれ、環境的・社会的に付与された結果であれ、あるいはそれらの組み合わせによってであれ) 一定程度認められるのだとすれば、我が国が有人宇宙開発に携わりつづけることにより、日本人に特徴的な心性や行動の解明の研究に取り組むことも将来的には考えることができる。国際的な施設である ISS や公募研究や有償利用も可能な日本実験棟「きぼう」を、倫理審査基準に配慮しながら、そうした研究のために活用したりすることを考えてみる余地があるのである。ISS という宇宙での隔離閉鎖環境は完全に人工的なものであるため、物理的、生理的なデータについて、非常に細かく収集することができ、隔離閉鎖環境が人の生理・精神心理・行動に与える多様な影響を細かく検討することができる。ISS を人間の生活に必要な系を集めたものと考えれば、地上から離れた ISS という完全に人工的な空間だからこそ、逆に地上の生活に必要なものが見えてくるともいえる (狼ら 2008, 第10章)。そして、そうした研究の成果は、隔離閉鎖環境であることに起因する我が国のさまざまな社会的問題を解決するための糸口を提供するだろう。それゆえ、我が国が ISS への参加を継続し、「きぼう」等を活用しながら宇宙行動科学研究を行うことは、社会的に十分な意義がある。宇宙行動科学の研究と知見、またそれを可能とする有人宇宙開発は、我が国にとって倫理的に極めて重要な社会的意義をもつものなのである。

補遺

JAXA の国際宇宙ステーション・きぼう利用推進委員会宇宙医学分野研究シナリオ WG (2012) では、「宇宙医学」は宇宙生命科学分野の一つだが「ヒトの異常を対象」としているので宇宙医学研究シナリオを策定し、脳科学との融合も見据えながら、研究領域の一つとして「精神心理支援」をおこなっていくと述べられている (pp. 2-3)。そして、「4.2 長期展望」として、「未来フェーズ (ポスト ISS 期) は、月/火星飛行の宇宙医学研究、日本独自の有人宇宙活動を支える宇宙医学研究など」を想定し (p. 9)、「5.1 宇宙医学研究への期待」として、「宇宙医学において最も必要となる研究は、微小重力環境、閉鎖空間、および宇宙放射線で生じる人体リスクを軽減できることを立証する宇宙飛行士の健康管理に役立つ研究」であり、「さらには宇宙医学の取り組みや成果を教育や高齢者の健康増進など社会に役立てることも期待されている」として、隔離閉鎖環境実験を通じて、本論文の主張とも関連する高齢者支援が言及されている (p. 10)。さらに、「5.2 領域別研究課題」のなかの「B精神心理支援領域」では、「心理・行動に関する研究」や「ストレス・疲労の自己評価とストレスマネジメント技術」などが挙げられ、2020年までの ISS 参加決定に伴い、「閉鎖実験などの国際共同研究に参加して国際協力を推進する」としている (pp. 14-15)。

これと軌を一にして、2009年の宇宙基本計画では「高齢者医療等への宇宙医学研究成果等の応用」に言及され、2013年の宇宙基本計画でも「…〔前略〕…宇宙医学等の各種試験・研究が実施されており、今後の成果が期待される」として宇宙医学への期待が明記されていた（宇宙開発戦略本部 2009, 9; 2013, 27）。しかし、2015年の宇宙基本計画では、「我が国を取り巻く安全保障環境が一層厳しさを増し」ていることをふまえて、「我が国の安全保障上の宇宙の重要性が著しく増大している」として、安全保障の観点の重要性に対する言及が増える一方で、「医学」という言葉は一度も登場しなくなる。本論文の立場からすれば、安全保障とならんで、宇宙医学がかかわる有人宇宙開発についても、社会的意義を見据えながら、基礎研究のレベルから研究開発を継続することが我が国にとって有益なことでありと考える。

文献

- Bessone, L., E. Coffey, N. Inoue, M. Gittens, C. Mukai, S. O'Connor, L. Tomi, V. Ren, L. Schmidt, W. Sipes, S. Vander Ark, and A. Vassin (2008) International Space Station Human Behavior & Performance Competency Model. Volume I. Mission Operations Directorate (MOD) International Training Control Board (ITCB) HBP Training Working Group, NASA. (http://www.ston.jsc.nasa.gov/collections/trs/_techrep/TM-2008-214775Vol1.pdf)
- Bishop, S. L. (2011) From Earth Analogs to Space: Getting There from Here. In: Vakoch (ed.) 2011, 47–77.
- Chappell, T. (2013) Virtue Ethics in the Twentieth Century. In: *The Cambridge Companion to Virtue Ethics*. Edited by Daniel C. Russell. Cambridge University Press, pp. 149–171. (ティモシー・チャペル「二十世紀の徳倫理学」、所収 ダニエル・C・ラッセル編『ケンブリッジ・コンパニオン 徳倫理学』立花幸司監訳、春秋社、2015年、225～266頁)
- Day, D. (2006) Of Myths and Missiles: The Truth about John F. Kennedy and the Missile Gap. *The Space Review* (3rd January 2006). (<http://www.thespacereview.com/article/523/1>)
- Duncan, J. M., J. D. Polk, A. W. Holland and C. H. Cragg. (2011) The Chilean Miner Rescue: The NASA Experience. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 82(3): 330.
- Duncan, J. M. and C. H. Cragg. (2011) The Chilean Miner Rescue: The NASA Experience (Engineering). *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 82(3): 330.
- Duncan, J. M. and J. D. Polk. (2011) NASA Medical Recommendations for Chilean Mine Rescue: Parallels from Spaceflight. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 82(3): 331.
- Galliot, J. (ed.) (2015) *Commercial Space Exploration: Ethics, Policy and Governance*. Ashgate.
- Harrison, A. A., Y. A. Clearwater, and C. P. McKay (eds.) (1991) *From Antarctica to Outer Space: Life in Isolation and Confinement*. Springer-Verlag.
- Harrison, A. A. and E. R. Fiedler (2011a) Introduction: Psychology and the U.S. Space Program. In: Vakoch. (ed.) 2011, 1–16.
- (2011b) Behavioral Health. In: *Psychology of Space Exploration*. In: Vakoch. (ed.) 2011, 17–45.
- Holland, A. W. (2010) The Psychology of Confinement: Q&A with NASA Psychologist Al Holland. (<http://www.pbs.org/newshour/rundown/the-psychology-of-confinement-an-interview-with-nasa-psychologist-al-holland/>)

- (2011) Psychological Aspects of the Chilean Mine Collapse and Rescue. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 82(3): 331.
- Inoue, N. and S. Tachibana (2013) An Isolation and Confinement Facility for the Selection of Astronaut Candidates. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 84(8): 867–871.
- Kanas, N. A., V. P. Salnitskiy, J. B. Ritscher, V. I. Gushin, D. S. Weiss, S. A. Saylor, O. P. Kozerenko, and C. R. Marmar. (2006) Human Interactions in Space: ISS vs. Shuttle/Mir. *Acta Astronautica*, 59: 413–419.
- Milligan, T. (2015) *Nobody Owns the Moon: The Ethics of Space Exploration*. McFarland & Company.
- Mindell, D. A., S. A. Uebelhart, S. Gerovitch, J. Hoffman, E. Lanford, J. Logsdon, T. Muir-Harmony, D. Newman, S. Newsmen, L. McGlynn, R. Perry, A. Siddipi, Z. A. Tomlinson, J. Tylko, A. L. Weigel, and L. R. Young. (2008) The Future of Human Spaceflight. Space, Policy, and Society Research Group, MIT. (<http://web.mit.edu/mitsps/MITFutureofHumanSpaceflight.pdf>)
- NASA (2011) NASA's Response to Mine Disaster Remembered. (http://www.nasa.gov/news/chile_assistance.html)
- Nisbett, R. (2003) *The Geography of Thought: How Asians and Westerners Think Differently... And Why*. Free Press.
(リチャード・E・ニスベット『木を見る西洋人 森を見る東洋人：思考の違いはいかにして生まれるのか』村本由紀子訳、ダイヤモンド社、2004年)
- Rohrer, J. (1961) Interpersonal relationships in isolated small groups. In: *Psychophysiological Aspects of Space Flight*. Edited by B. Flaherty. Basic Books, pp. 263–271.
- Schwartz, J. S. J. (2014) Prioritizing Scientific Exploration: A Comparison of the Ethical Justifications for Space Development and for Space Science. *Space Policy*, 30: 202–208.
- Suedfeld, P. (1991) Groups in Isolation and Confinement: Environments and Experiences. In: Harrison *et al.* (eds.) 1991, 135–146.
- Tachibana, K. (2009) Moral Neuroscience and Moral Philosophy: Interactions for Ecological Validity. *Kagaku Tetsugaku*, 42(2): 41–58.
- Tafforin, C. (2005) Ethological Indicators of Isolated and Confined Teams in the Perspective of Missions to Mars. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 76(11): 1083–1087.
- (2013) Time Effects, Cultural Influences, and Individual Differences in Crew Behavior During the Mars-500 Experiment. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 84(10): 1082–1086.
- United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. (2015) World Population Prospects The 2015 Revision: Key Findings and Advance Tables. (http://esa.un.org/unpd/wpp/Publications/Files/Key_Findings_WPP_2015.pdf)
- United Nations Population Fund (UNFPA) and HelpAge International. (2012) Ageing in the Twenty-First Century: A Celebration and A Challenge. UN. (<http://www.unfpa.org/publications/ageing-twenty-first-century>)
- Vakoch, D. A. (ed.) (2011) *Psychology of Space Exploration*. NASA.
- 青木節子 (2006) 『日本の宇宙戦略』慶應義塾大学出版会
- アリストテレス (2015/2016) 『ニコマコス倫理学』(上/下)、渡辺邦夫、立花幸司訳、光文社古典新訳文庫
- 泉龍太郎、小川芽久美、川島紫乃、井上夏彦、大島博、田中一成、立花正一、向井千秋 (2008) 「JAXA 宇宙医学生物学的研究室における宇宙医学研究の取り組み」、『宇宙利用シンポジウム 第24回 平成19年度』、宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究本部、295～297頁
- 井上令一、立花正一(1995)「精神科疾患」、所収『臨床航空医学』、上田泰監修、鳳鳴堂書店、220～239頁
- 宇宙開発戦略本部(2009)「宇宙基本計画」(平成21年6月2日決定)
(http://www8.cao.go.jp/space/pdf/keikaku/keikaku_honbun.pdf)

- (2013)「宇宙基本計画」(平成 25 年 1 月 25 日決定) (<http://www8.cao.go.jp/space/plan/plan.pdf>)
- (2015)「宇宙基本計画」(平成 27 年 1 月 9 日決定) (<http://www8.cao.go.jp/space/plan/plan2/plan2.pdf>)
- 宇宙航空研究開発機構 (2015)「国際宇宙ステーションの運用延長参加に対する日本国政府決定について」(平成 27 年 12 月 22 日) (http://www.jaxa.jp/press/2015/12/20151222_iss_j.html)
- 狼嘉彰、富田信之、中須賀真一、松永三郎 (2008)『宇宙ステーション入門 第二版』東京大学出版会
- 岡田浩樹 (2014)「人類学のフィールドとしての宇宙」、所収『宇宙人類学の挑戦：人類の未来を問う』、岡田浩樹、木村大治、大村敬一編、昭和堂、55～82 頁
- 大鐘良一、小原健右 (2010)『ドキュメント 宇宙飛行士選抜試験』光文社新書
- 小塚荘一郎、佐藤雅彦 (編) (2015)『宇宙ビジネスのための宇宙法入門』有斐閣
- 厚生労働省老健局高齢者支援課認知症・虐待防止対策推進室 (2013)「平成 25 年度 高齢者虐待の防止、高齢者の養護者に対する支援等に関する法律に基づく対応状況等に関する調査結果」(平成 27 年 2 月 6 日発表) (<http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/0000072782.html>)
- 厚生労働省雇用均等・児童家庭局総務課 (2015)「子ども虐待による死亡事例等の検証結果(第 1 次報告の概要)及び児童相談所での児童虐待相談対応件数等」(平成 27 年 10 月 8 日発表) (<http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/0000099975.html>)
- 国際宇宙ステーション・きぼう利用推進委員会宇宙医学分野研究シナリオ WG (2012)「2020 年までの宇宙医学分野の ISS/きぼう利用シナリオ」(2012 年 12 月)
- 佐藤靖 (2007)『NASA を築いた人と技術：巨大システム開発の技術文化』東京大学出版会
- (2014)『NASA：宇宙開発の 60 年』中公新書
- 立花幸司 (2015a)「弱さを認めて強くなる：個人の有徳な倫理性に頼らない科学技術倫理学の構築へ向けて」、所収『科学技術の倫理学Ⅱ』勢力尚雅編著、梓出版社、123～152 頁
- (2015b)「見えないものをみる：徳倫理学の立場から考える防災の倫理学」、所収『時間学の構築Ⅰ「防災と時間」』山口大学時間学研究所編、恒星社厚生閣、191～221 頁
- (2016)「徳と状況：徳倫理学と状況主義の論争」、所収『モラルサイコロジーⅡ 社会性/進化』(仮題)太田紘史編、春秋社、頁数未定
- 立花正一 (2002)「航空・宇宙精神医学」『最新精神科学』7(5): 431-437
- (2005)「アポロから三六年」、所収『「宇宙医学」入門：宇宙空間でヒトの体はどう変わるか』宇宙航空研究開発機構、マキノ出版、11～13 頁 (第一章)
- (2009)「人類が宇宙に居住するための医学・精神心理の課題」、所収『宇宙問題への人文・社会科学からのアプローチ』国際高等研究所、宇宙航空研究開発機構編、財団法人国際高等研究所、257～283 頁
- (2012)「宇宙医学への招待」『航空自衛隊連合幹部会機関誌：翼』、98: 112-118
- 立花正一、井上夏彦 (2009)「宇宙旅行の精神医学・心理学」『最新精神科学』、14(1): 9-15
- 立花正一、佐野信也、井上夏彦 (2012)「インフルエンザ (H1N1) 2009 のための停留措置を受けた航空便乗客のストレスについて：類似の閉鎖環境との比較」『防衛医科大学校雑誌』、37(1): 27-38
- 立花隆 (2012)「有人宇宙開発無用論」『文藝春秋』12 月号、77～79 頁
- 太郎丸博 (編) (2015)「宇宙開発に関する世論調査」京都大学学術情報リポジトリ (<http://hdl.handle.net/2433/197949>)
- 富田信之 (2012)『ロシア宇宙開発史：気球からヴォストークまで』東京大学出版会
- 内閣府 (2015a)『平成 27 年版 高齢社会白書』 (<http://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2015/html/zenbun/index.html>)

——— (2015b) 『平成 27 年版 子ども・若者白書』

(<http://www8.cao.go.jp/youth/whitepaper/h27honpen/index.html>)

中野不二男、玉澤春史、河村聡人 (2015) 「独自有人宇宙輸送と障壁」『第 59 回 宇宙科学技術連合講演会講演集』、2M08

的川泰宜 (2000) 『月を目指した二人の科学者 アポロとスプートニクの軌跡』中公新書

——— (監修) (2011) 『図解 宇宙ビジネス』アスキー・メディアワークス

嶋宮民安、北間敏弘、長田誠、相部洋一、小松原修、野副晋、篠原正典、碓氷章、寺田信幸、毛利元彦 (2008) 「閉鎖環境における心理・生理ストレス」、『宇宙利用シンポジウム 第 24 回 平成 19 年度』、宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究本部、351～352 頁

柳川孝二 (2015) 『宇宙飛行士という仕事：選抜試験からミッションの全容まで』中公新書

※ URL への最終アクセス確認日はすべて 2015 年 12 月 25 日である。

※ 本論文において、立花幸司は文部科学省科学研究費助成事業（課題番号：26770007）の助成を受けている。